



TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI

Progetti di Ricerca, Sviluppo e Innovazione

Economia, Conservazione, Tecnologie e
Valorizzazione dei Beni Culturali e Ambientali



TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI

Progetti di Ricerca, Sviluppo e Innovazione

Economia, Conservazione, Tecnologie e
Valorizzazione dei Beni Culturali e Ambientali

SOMMARIO

M onitoraggio attivo e isolamento da vibrazioni e sismi di oggetti d'arte	4
I nnovazioni bio e Nanotecnologie nel de-restauro e il restauro sostenibile dei manufatti in legno	6
S istemi integrati di miglioramento sismico del patrimonio architettonico.....	8
S viluppo e applicazione in situ di tecnologie innovative per il contrasto alle infiltrazioni d'acqua nelle chiese romane del centro storico.....	10
S oluzioni di stampa 3D per il recupero strutturale e architettonico di beni culturali	12
R ecupero dal biodegrado con metodologie fisiche e caratterizzazione del patrimonio storico e archivistico	14
R icerca e diagnostica di metodi contrasto al deterioramento causato dall'umidità nei beni culturali	16
V irtual access and digitalization of unreachable sites	18
C onservazione di lapidei mediante oli essenziali e nanotecnologie	20
L ake heritage knowledge and exploration.....	22
E fficienza energetica negli edifici storici. Casi pilota nel parco archeologico dell'Appia Antica.....	24
R obotizzazione e integrazione di sistemi per l'esplorazione subacquea.....	26
E NEA all'hackathon del progetto "shrines".....	28

T ecnologie innovative per un'indagine diagnostica-conoscitiva nella Basilica di San Giuseppe Artigiano a L'Aquila.....	30
M onitoraggio integrato	32
S trumenti digitali e sensoristica per la resilienza delle aree storiche	34
T ecnologie digitali e fibra ottica per la tutela e la valorizzazione della Piccola Gerusalemme	36

Monitoraggio attivo e isolamento da vibrazioni e sismi di oggetti d'arte

MONALISA

Una piattaforma antivibrazioni per ridurre gli effetti del traffico quotidiano e proteggere da eventuali scosse di terremoto il "Sarcofago degli Sposi", tra i maggiori capolavori dell'arte etrusca; ma anche una serie di infrastrutture e tecnologie che comprendono: moto magnificato, sensori hi-tech, stampa 3D, tavole vibranti, banchi di prova di meccanica, modelli matematici e le risorse di calcolo ENEAGrid, per la condivisione in remoto ed in tempo reale delle sperimentazioni su tavola vibrante.

È quanto ha realizzato il team multidisciplinare che riunisce esperti di ENEA, società di ingegneria Somma e università Roma Tre e Sapienza (coordinatore), nell'ambito del progetto MONALISA che si è classificato primo tra gli 81 partecipanti al bando LazioInnova finanziato dalla Regione Lazio.

Per info: aurora.vincenti@enea.it



Innovazioni bio e Nanotecnologie nel de-restauro e il restauro sostenibile dei manufatti in legno

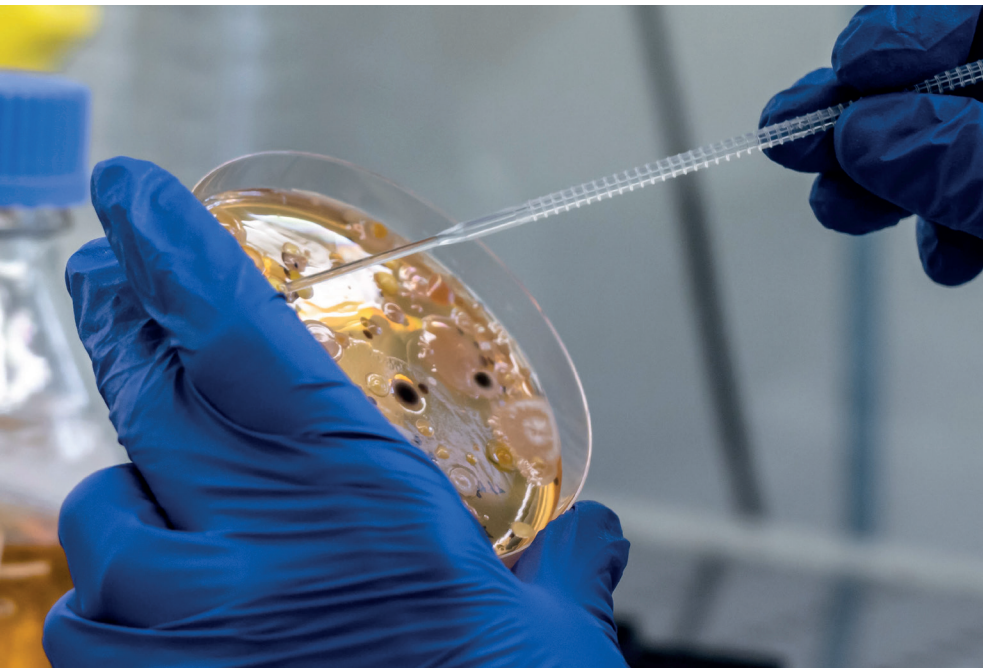
BIONANOINLEGNO

BIONANOINLEGNO è un progetto che punta a studiare l'efficacia di trattamenti innovativi basati su bio e nanotecnologie per il de-restauro e il restauro di manufatti lignei storico-artistici, dell'arte contemporanea, archeologici e subacquei.

Il progetto nasce in risposta alla necessità di rimuovere dai manufatti lignei, i materiali utilizzati in antichi restauri e degradatisi nel tempo, per sostituirli con sostanze che rispondano a criteri di sostenibilità ambientale ed economica e tutelino la salute di operatori e fruitori.

Partecipano al progetto oltre all'ENEA con il laboratorio Osservazioni e Misure per l'Ambiente e il Clima, l'Università della Tuscia (coordinatore), l'Università "Sapienza" di Roma, l'Istituto Centrale per il Restauro e piccole e medie imprese nel settore dei Beni Culturali quali Emmebi Diagnostica Artistica srl e lo Spin Off WSENSE.

Per info: flavia.tasso@enea.it



Sistemi integrati di miglioramento sismico del patrimonio architettonico

RIPARA

Il progetto RIPARA si propone di mettere a punto una tecnologia innovativa per la protezione sismica del costruito storico in grado di garantire sicurezza, minimo impatto visivo, durabilità e reversibilità degli interventi.

Per garantire la connessione tra i paramenti murari ed evitarne la disgregazione, saranno messi in campo sistemi di rinforzo con micro-trefoli o bande sottili di acciaio inox e sistemi integrati di monitoraggio con fibre ottiche, per una manutenzione tempestiva e mirata.

Il progetto prevede inoltre attività di sviluppo sperimentale sul campo, con tecnologie innovative di rilevamento, prototipazione, validazione e test sismici su tavola vibrante, che consentiranno di mettere a punto strumenti computazionali di modellazione strutturale avanzata e approcci speditivi per la progettazione degli interventi.

Partecipano al progetto oltre a ENEA, le Università Roma Tre, Sapienza e Cassino e Lazio Meridionale, l'azienda del Lazio EDIL CAM Sistemi, il Comune di Accumoli, la Soprintendenza Archeologica di Roma, Viterbo ed Etruria, la Columbia University (NY, USA) e la software house AEDES.

Per info: ivan.roselli@enea.it



Sviluppo e applicazione in situ di tecnologie innovative per il contrasto alle infiltrazioni d'acqua nelle chiese romane del centro storico

CIACCO

Il progetto studia il deterioramento causato dalle infiltrazioni d'acqua su pareti, arredi e manufatti di interesse storico-artistico, quantificandone l'estensione e la distribuzione sulle murature e nel terreno di fondazione e studiandone il comportamento in occasione di eventi atmosferici estremi.

Oltre a definire azioni diagnostiche per la valutazione dello stato di conservazione degli apparati decorativi fissi e mobili, il progetto punta a sperimentare prodotti naturali eco-compatibili per il contenimento dell'attacco biologico, progettare sistemi di monitoraggio semipermanenti e protocolli per campagne periodiche, mentre tecnologie di imaging iper-spetttrali consentiranno di individuare eventuali elementi di ammaloramento sulle superfici dipinte o decorate, evidenziando la presenza di efflorescenze saline o microorganismi alla base del biodegrado.

Attraverso scansioni RMN (Risonanza Magnetica Nucleare) e LIF (Laser Induced Fluorescence), misure assolute dell'umidità e FORS-NIR, immagini acustiche e termografia a infrarossi, saranno inoltre studiati gli aspetti relativi alla stabilità statica e all'uso e miglioramento di tecnologie a polarizzazione per il contrasto alla risalita di umidità.

Partecipano al progetto cofinanziato dall'Unione europea: ENEA, CNR, Università degli Studi di Roma Tor Vergata e EURESARTE nell'ambito dell'accordo di programma quadro "Ricerca, Innovazione Tecnologica, Reti Telematiche".

Per info: francesco.colao@enea.it



Soluzioni di stampa 3D per il recupero strutturale e architettonico di beni culturali

3DH-SOLUTIONS

L'idea innovativa alla base del progetto 3DH-solutions è l'uso della stampa 3D per la realizzazione di elementi costruttivi o decorativi in grado di integrare lacune architettoniche o strutturali necessarie alla conservazione e fruibilità del bene, nel rispetto della reversibilità, durabilità e distinguibilità dei materiali.

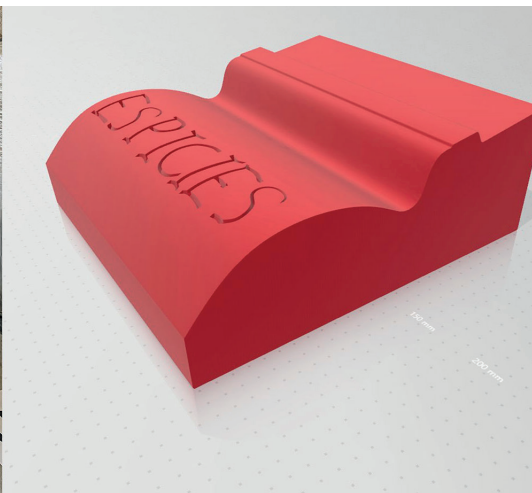
Il progetto si focalizza sia sulla "riedificazione" parziale di pareti in muratura regolare che sulla ricostruzione degli elementi decorativi, quali ad esempio i cornicioni o le merlature di opere architettoniche che rappresentano una delle situazioni di degrado più diffuse del patrimonio costruttivo italiano.

Il progetto prevede inoltre la sperimentazione di nuovi nanomateriali con cui realizzare gli elementi integrativi mediante stampa 3D, in grado di incrementare le proprietà meccaniche della matrice in cui sono disperse e conferire al materiale idrofobicità, abilità autopulenti e biocide ma anche capacità di abbattere inquinanti atmosferici.

La stampa 3D nelle costruzioni è in forte sviluppo per i molteplici vantaggi che offre in termini di riduzione di tempi e costi di produzione ed utilizzo di materie prime, flessibilità e varietà dei campi di utilizzo.

Partecipano al progetto finanziato dalla Regione Lazio, oltre a ENEA, Università degli Studi Roma Tre (coordinatore) e Università di Cassino e del Lazio Meridionale e le imprese Araknia Labs e Nadir.

Per info: rosaria.damato@enea.it



Recupero dal biodegrado con metodologie fisiche e caratterizzazione del patrimonio storico e archivistico

PERGAMO

Il progetto PERGAMO, finanziato dal Distretto Tecnologico per le nuove tecnologie applicate ai Beni e alle attività Culturali (DTC) della Regione Lazio, ha introdotto per la prima volta in Italia l'uso di tecniche di irraggiamento per la disinfezione e disinfestazione di materiali storici, archivistici e documentali, presso le facility Calliope del Centro ENEA Casaccia e REX del Centro ENEA Frascati.

I beni di origine naturale (carta, tessuto, pergamena, legno) sono vulnerabili a degrado biologico. L'irraggiamento con raggi gamma, X o elettroni, già utilizzato con successo a livello internazionale, si è dimostrato efficace per garantire la conservazione e l'integrità del patrimonio culturale.

Nel progetto sono stati trattati e analizzati beni dell'Abbazia di Montecassino (Italia) e della Libreria Nazionale e Universitaria di Zagabria (Croazia), con caratterizzazione bio-chimico-fisica prima e dopo l'irraggiamento tramite tecniche diagnostiche non invasive.

Coordinato da ENEA, con la partecipazione di Sapienza Università di Roma e dell'Università di Cassino, il progetto ha coinvolto anche numerosi stakeholder culturali. Ha inoltre favorito nuove collaborazioni, tra cui con la Biblioteca Universitaria di Napoli e l'Istituto Alcide Cervi. I laboratori ENEA coinvolti partecipano anche a progetti internazionali promossi dall'International Atomic Energy Agency (IAEA).

Per info: alessia.cemmi@enea.it



Ricerca e diagnostica di metodi contrasto al deterioramento causato dall'umidità nei beni culturali

REMEDIA

La finalità del progetto è valutare preventivamente i danni causati da infiltrazioni d'acqua su opere d'arte e siti archeologici attraverso lo sviluppo di un innovativo dispositivo diagnostico denominato ACoustic Energy Absorption Diagnostic Device (ACEADD) che utilizza una sorgente sonora per sollecitare le superfici da analizzare, svelandone le proprietà.

Le immagini acustiche risolte in frequenza consentono di rivelare numerose tipologie di deterioramento, quali ad esempio distacchi, delaminazioni, fessurazioni, cavità sub-superficiali di diversa natura, nonché indebolimento o indurimento di strutture e materiali compositi.

Il dispositivo ACEADD è attualmente a livello di sviluppo sperimentale, ma l'obiettivo è raggiungere una avanzata maturità tecnologica (TRL7) per applicarlo a indagini del danno strutturale di dipinti, anche su tavola, manufatti murari con superfici affrescate, ceramiche smaltate e stucchi.

Partecipano al progetto ENEA, nel ruolo di coordinatore, e CNR nell'ambito dell'Avviso pubblico "Progetti di Gruppi di Ricerca 2020" del POR FESR 2014-2020 della Regione Lazio per l'area di specializzazione della Smart Specialisation Strategy Regionale (S3) "Beni culturali e tecnologie della cultura".

Per info: francesco.colao@enea.it



Virtual access and digitalization of unreachable sites

VADUS

Il progetto VADUS punta a sviluppare approcci innovativi per la fruizione di beni artistici e monumentali basati su esperienze immersive, senza vincoli spaziali e temporali grazie all'utilizzo di tecnologie di Realtà Aumentata e Virtuale, realizzabili grazie alla convergenza tra i servizi 5G, di comunicazione satellitare - Galileo e Copernicus - e da un'infrastruttura cloud per offrire nuove esperienze di visita.

I contenuti multimediali di natura archeologica, storica e scientifica saranno supportati da ricostruzioni e ricreazioni virtuali declinate attraverso uno storytelling multilivello con layers informativi.

ENEA contribuisce al progetto con i dati provenienti da due apparati prototipali sviluppati presso il Laboratorio di Diagnostica e Metrologia del Centro Ricerche di Frascati e che saranno utilizzati in situ: il RGB-ITR (Red Green Blue Imaging Topological Radar) e il sistema di Imaging LIF (Laser Induced Fluorescence), entrambi basati sull'utilizzo di sorgenti laser monocromatiche e capaci di lavorare a distanze di alcune decine di metri dall'opera.

Partecipano al progetto oltre all'ENEA, NEXT Ingegneria dei Sistemi, TIM, Sapienza Università di Roma e i Parchi Archeologici del Colosseo e di Ostia Antica.

VADUS è cofinanziato da ESA (European Space Agency) nell'ambito del bando "Applications integrating space asset(s) and 5G networks in L'Aquila /the Abruzzo region, Roma Capitale and Municipality of Torino (L'ART)" con focus Cultural Heritage: Fruition & Diffusion.

Per info: valeria.spizzichino@enea.it



Conservazione di lapidei mediante oli essenziali e nanotecnologie

COLLINE

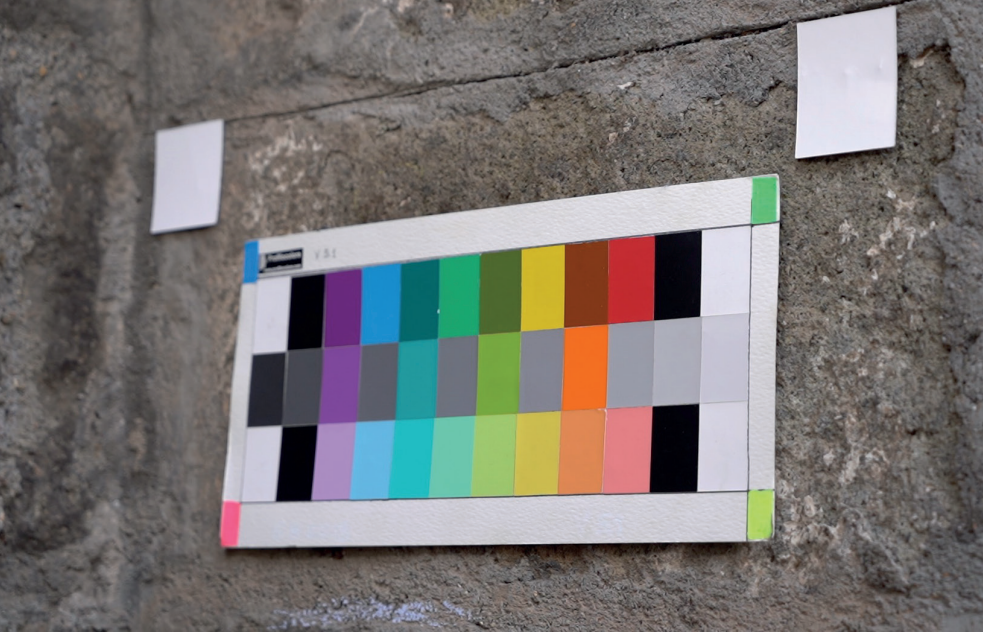
L'obiettivo generale del progetto COLLINE è sviluppare, testare e valutare in condizioni reali un protocollo di recupero di superfici degradate in peperino, grazie all'uso sinergico di materiali innovativi per il restauro conservativo, di tecniche diagnostiche e di sensoristica innovativa e dell'informatizzazione di dati, aggiornati in tempo reale, per monitoraggio e gestione in remoto.

Oltre a definire le buone pratiche per la manutenzione, il consolidamento e la tutela dei monumenti in peperino, attraverso la validazione di materiali innovativi e a basso impatto ambientale, il progetto persegue la validazione delle tecniche di diagnostica innovativa, l'applicazione di sensoristica innovativa miniaturizzata per il monitoraggio di parametri ambientali e l'allestimento di una piattaforma Web-GIS in cui ospitare e visualizzare il modello 3D dei manufatti e i dati acquisiti.

Per promuovere ed agevolare la fruizione dei beni ad un più ampio pubblico inoltre sarà anche sviluppata un'applicazione in realtà virtuale.

Partecipano ENEA, capofila, le Università degli Studi della Tuscia e Sapienza di Roma e le aziende De Feo Restauri e Eagleprojects nell'ambito dell'ACCORDO DI PROGRAMMA QUADRO "RICERCA, INNOVAZIONE TECNOLOGICA, RETI TELEMATICHE" (APQ6) - Stralcio "Attuazione degli interventi programmatici e dei nuovi interventi relativi al Distretto Tecnologico per le nuove tecnologie applicate ai beni e alle attività culturali".

Per info: valeria.spizzichino@enea.it



Lake heritage knowledge and exploration

LAHKE

LAHKE è un progetto multidisciplinare nato per sviluppare tecnologie robotiche avanzate per la ricerca archeologica in ambienti lacustri e marini, con l'obiettivo di documentare e ricostruire, in modo non invasivo, rapido e a costi contenuti, siti archeologici sommersi di grande valore storico.

Obiettivo principale era lo studio del villaggio neolitico "La Marmotta", situato a circa 500 metri dalla riva nel Lago di Bracciano (RM). Il sito, risalente a circa il 5700 a.C., rappresenta una delle più importanti testimonianze di insediamenti preistorici in Europa. È stato quindi utilizzato un veicolo autonomo di superficie su cui sono stati montati diversi sensori integrati e sperimentato un sistema di evitamento degli ostacoli.

Il progetto è realizzato da una squadra che include ENEA (coordinamento progetto), CNR, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Museo delle Civiltà - Luigi Pigorini, le aziende SUPERELECTRIC ed ES Progetti e Sistemi.

LAHKE è tra i progetti vincitori del bando FESR del Centro di Eccellenza del Distretto Tecnologico per i Beni Culturali (DTC Lazio). Il programma mira a valorizzare il know-how tecnologico della regione nel campo della conservazione, promozione e valorizzazione del patrimonio culturale, rendendolo fruibile anche al tessuto imprenditoriale.

L'impatto atteso riguarda le nuove tecnologie per la documentazione subacquea archeologica, la strategia per la conservazione e valorizzazione di siti sommersi e l'avanzamento nelle tecnologie di navigazione autonoma.

Per info: ramiro.dellerba@enea.it



Efficienza energetica negli edifici storici. Casi pilota nel parco archeologico dell'Appia Antica

RDS – Ricerca di Sistema Elettrico

L'attività di ricerca triennale condotta da ENEA su casi studio del Parco Archeologico dell'Appia Antica a Roma ha dimostrato come la riqualificazione energetica degli edifici storici sia possibile anche in contesti soggetti a vincoli stringenti di tutela e conservazione.

I siti di Santa Maria Nova, Villa dei Quintili e Villa di Sette Bassi sono stati analizzati attraverso un approccio metodologico complesso che ha previsto, in una prima fase, la caratterizzazione termofisica degli edifici tramite tecniche diagnostiche non invasive e, in una seconda fase, lo studio delle prestazioni energetiche degli edifici pre- e post- intervento.

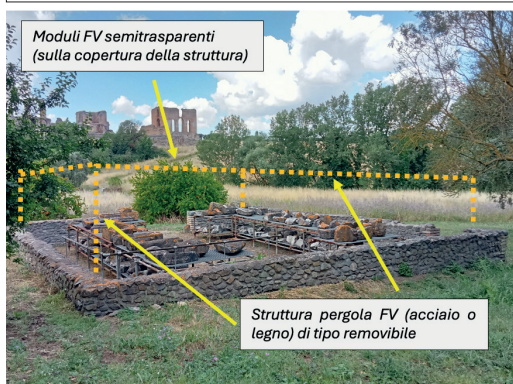
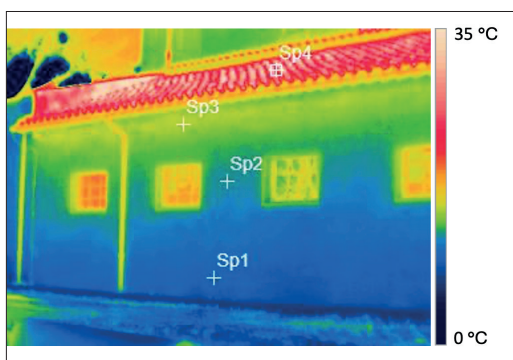
I modelli energetici sono stati validati sui consumi reali di bolletta e le simulazioni sono state condotte con metodo di calcolo orario. Le ipotesi di intervento comprendono soluzioni tradizionali e innovative di involucro e impianto e l'integrazione di sistemi di produzione da fonti rinnovabili a basso impatto visivo nel rispetto del contesto circostante.

I risultati dimostrano un potenziale di risparmio energetico ed economico significativo anche in presenza di vincoli stringenti.

L'approccio integrato edificio-sito garantisce una visione strategica innovativa per un "restauro energetico" sostenibile e replicabile su scala nazionale.

Il progetto di ricerca si è svolto nell'ambito del PTR 2022-2024 di Ricerca di Sistema Elettrico ed è stato condotto dal Laboratorio di Efficienza Energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano – Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica (DUEE) di ENEA, con il supporto del Parco Archeologico dell'Appia Antica.

Per info: silvia.dituri@enea.it



Robotizzazione e integrazione di sistemi per l'esplorazione subacquea

RISES

RISES è un progetto scientifico dedicato allo studio stratigrafico del paesaggio sommerso e alla rivelazione di contesti antropici nascosti attraverso l'uso di robotica marina, geofisica non invasiva e imaging multisorgente.

Obiettivo era indagare aree lacustri e costiere a rischio o poco accessibili per identificare tracce di interazione uomo-ambiente nel tempo, e supportare la ricostruzione paleoambientale.

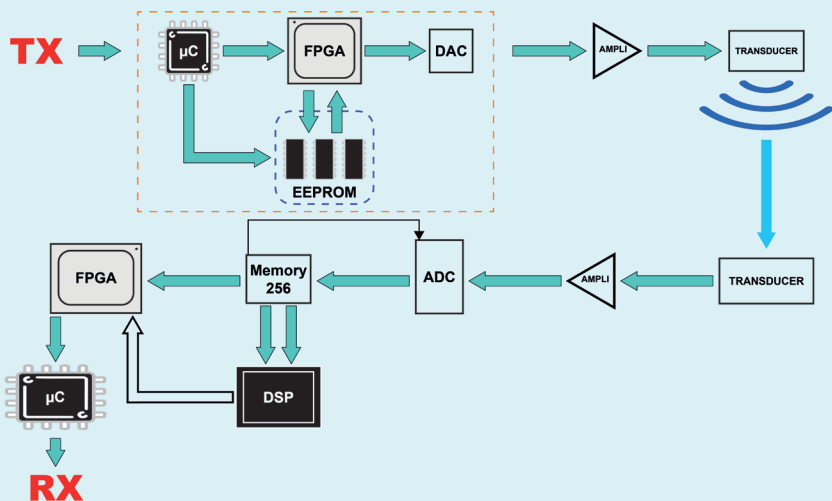
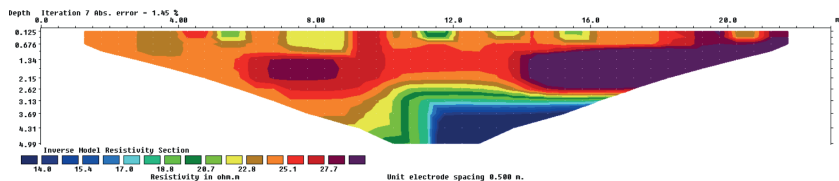
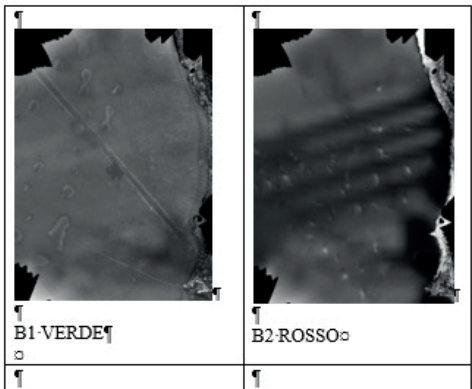
A differenza di LAHKE, che si concentra su un sito archeologico noto e già localizzato (La Marmotta), RISES ha un approccio più esplorativo e diagnostico, volto a scoprire nuovi contesti e ricostruire la storia naturale e antropica di territori sommersi.

Le Tecnologie e strumenti impiegati sono Veicoli autonomi e semi-autonomi per il trasporto di payload scientifici, Magnetometria marina e terrestre, per rilevazione di strutture sepolte, Georadar (GPR) e sistemi di tomografia elettrica in configurazione galleggiante e affondata, Sonar multibeam per la generazione di modelli 3D del fondo.

La partnership comprende ENEA, CNR e Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". RISES è tra i progetti vincitori del bando Bando "Progetti di gruppi di ricerca 2020" Regione Lazio, POR FESR Lazio 2014 - 2020 (Azione 1.2.1).

L'impatto atteso lo sviluppo di un modem acustico innovativo, la raccolta di dati eterogenei mediante Sub Bottom Profiler, GeoRadar e Tomografia elettrica.

Per info: ramiro.dellerba@enea.it



ENEA all'hackathon del progetto "shrines"

SHRINEs

ENEA è stata invitata a partecipare con le divisioni NUC-TECFIS e TERIN-ICER all'Hackathon Tech for SHRINEs (Raising Awareness for the protection of places of worship by promoting interfaith dialogue on the use of advanced technologies). L'Hackathon ha avuto lo scopo di portare alla luce innovazioni tecnologiche in grado di migliorare la sicurezza e la protezione dei luoghi di culto, garantendone le caratteristiche fondamentali e i valori etici. Nel contesto dell'Hackathon ENEA ha presentato soluzioni idonee a tutti e 4 gli scenari proposti:

- *Luoghi di culto isolati*: sensori climatici e reti di monitoraggio strutturale che valutano la stabilità e le condizioni ambientali in tempo reale.
- *Aree urbane ad alta densità*: capacità di valutazione del rischio e spettroscopia ottica supportata dall'intelligenza artificiale che rileva esplosivi e altre minacce, garantendo un monitoraggio sicuro.
- *Luoghi di culto frequentati dai turisti*: sistemi di rilevamento non invasivi che identificano armi e sostanze pericolose senza interrompere l'esperienza dei visitatori.
- *Edifici con reperti storici*: diagnostica virtuale e strumenti di accesso che valutano le condizioni in aree difficili da raggiungere, proteggendo sia l'integrità strutturale che le opere d'arte di valore. Proponendo anche l'integrazione di questi sistemi tramite dashboard digitali che consentano agli utenti di visualizzare, confrontare e agire rapidamente in base alle informazioni. ENEA ha partecipato alla challenge per lo scenario "Luoghi di culto isolati", arrivando prima classificata con la soluzione proposta.

Per info: valeria.spizzichino@enea.it



Tecnologie innovative per un'indagine diagnostica-conoscitiva nella Basilica di San Giuseppe Artigiano a L'Aquila

MONUMENTO EQUESTRE CAMPONESCHI

Nell'ambito del progetto PNRR CHANGES (Cultural Heritage Innovation for Next-Gen Sustainable Society), ENEA ha svolto un'attività tecnico-scientifica finalizzata all'analisi diagnostica-conoscitiva del Monumento Equestre Camponeschi nella Basilica di San Giuseppe Artigiano a L'Aquila, in collaborazione con il GSSI - Gran Sasso Science Institute. Il Monumento Equestre Camponeschi, dichiarato monumento nazionale, è un monumento funebre a Pietro Lalle Camponeschi realizzato nel 1432 e consiste in un complesso apparato scultoreo monumentale con elementi formali tipici tardogotici. L'intero monumento è alto 7 metri ed è in pietra calcarea di tipologia locale. La campagna di misure svolta per l'indagine conoscitiva ha visto l'applicazione di strumenti innovativi prototipali progettati e sviluppati da ENEA. In particolare, lo strumento di nuova creazione IRIS (Integrated time resolved Imaging Spectroscopy), realizzato nell'ambito del progetto europeo E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science), è stato testato in campo per la prima volta. IRIS è l'integrazione di diversi sistemi laser prototipali a scansione basati sulla tecnica LIF (Fluorescenza indotta da laser) ed è stato progettato in modo tale da essere portatile, compatto e di ridotte dimensioni, non invasivo, in grado di operare da remoto senza necessità di campionamento e con un rilevamento rapido tale da restituire le risposte in tempo reale con elevata risoluzione spaziale e ampio campo visivo. Le tecnologie applicate hanno permesso di ottenere informazioni riguardanti la caratterizzazione e la mappatura dei materiali superficiali e di acquisire modelli 3D.

Per info: luisa.caneve@enea.it



Monitoraggio integrato

Mod Energy Palermo

Il progetto Mod-Energy, finanziato dal Programma Operativo Complementare Città Metropolitane 2014-2020, definisce un modello pilota per la transizione digitale e tecnologica dei contesti urbani, testato per la prima volta presso la città di Palermo.

L'iniziativa si basa sull'integrazione di soluzioni tecnologiche di ultima generazione per il monitoraggio simultaneo dei parametri ambientali, energetici e sismici.

Attraverso l'impiego di una rete di sensori a basso costo – installati capillarmente su edifici pubblici e impianti di pubblica illuminazione – il progetto abilita una raccolta dati costante e diffusa, essenziale per la conoscenza dello stato di salute del patrimonio urbano.

L'elaborazione di tali dati viene effettuata direttamente dalle piattaforme sviluppate da ENEA, Smart City Platform e Pell, le quali calcolano gli indicatori sintetici (KPI) fondamentali per valutare la resilienza sismica del territorio e degli edifici, l'efficienza energetica e il comfort.

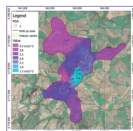
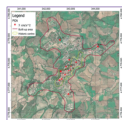
Grazie all'adozione di formati standard e interoperabili, il modello garantisce una gestione intelligente, avanzata e predittiva degli asset urbani, assicurando un efficace supporto alle decisioni e la piena replicabilità in contesti storici e vincolati attraverso l'ecosistema digitale integrato sviluppato da ENEA.

Per info: sabrina.romano@enea.it



Monitoraggio sismico del territorio

- I sensori installati nei Q.E. dell'illuminazione pubblica costituiranno una **rete sismica urbana**
- Informazioni sulla **pericolosità sismica di alcune zone** (suolo che amplifica l'onda sismica)

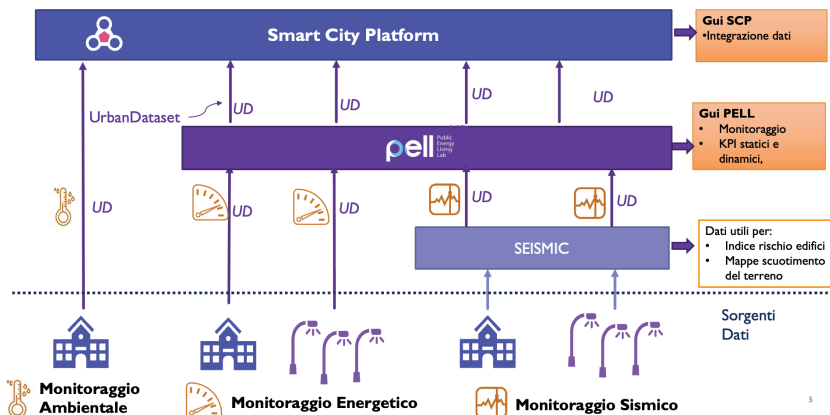


Monitoraggio risposta sismica degli edifici

- I sensori sismici installati negli edifici scolastici contribuiranno a monitorare le condizioni strutturali degli stessi
- Informazioni sullo **stato di salute** degli edifici
- Stime sul possibile **stato di danneggiamento** in caso di un evento sismico



SCHEMA ARCHITETTURA GENERALE



Strumenti digitali e sensoristica per la resilienza delle aree storiche

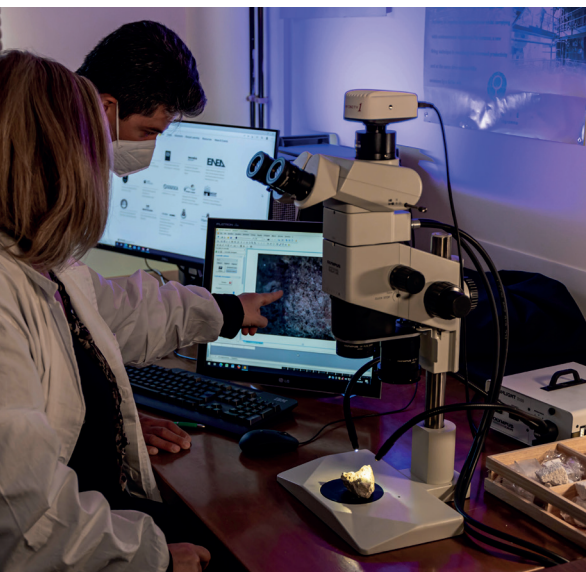
ARCH

Il progetto europeo ARCH 2020 è stato finalizzato a rafforzare la resilienza delle aree storiche esposte ai cambiamenti climatici, agli eventi estremi e ad altri pericoli naturali, inclusi quelli sismici. Per il caso pilota italiano, hanno collaborato ENEA, INGV, il Comune e l'Università di Camerino. Le soluzioni tecnologiche sono state co-create e testate in quattro città europee: Camerino, Bratislava, Amburgo e Valencia, tutte caratterizzate da centri storici e beni culturali vulnerabili a diverse pericolosità ambientali.

In questo contesto, ENEA ha contribuito in modo significativo allo sviluppo di cruscotti digitali a supporto delle decisioni delle Pubbliche Amministrazioni. Integrando dati provenienti da sensori, analisi in situ, reti di monitoraggio e questionari, le dashboard consentono di visualizzare indicatori sulla pericolosità del territorio e sulla vulnerabilità del costruito. Nel caso di Camerino, colpita dal sisma del 2016, tali strumenti supportano la pianificazione degli interventi strutturali valutando l'efficacia delle strategie di resilienza per la tutela della popolazione e del patrimonio.

I risultati del progetto sono confluiti nel CEN Workshop Agreement CWA 17727:2022, una guida europea per l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle aree storiche, adottata ufficialmente anche come norma tecnica UNI. ARCH rappresenta così un modello replicabile capace di coniugare conoscenza scientifica, tecnologie digitali e monitoraggio continuo per la protezione del patrimonio culturale europeo.

Per info: sonia.giovinazzi@enea.it



CAMERINO

Scenari di impatto sismico pre-intervento

Intensità del sisma

- Bassa
- Molto alta

Tipo di Impatto

- danni agli edifici
- danni alle opere d'arte
- danni alle persone
- perdite economiche

Livello di danno

- D0
- D1
- D3



Livello	Descrizione
D0	Nessuna perdita del valore culturale
D1	Lieve perdita del valore culturale
D2	Perdita parziale/moderata del valore culturale
D3	Perdita significativa del valore culturale
D4	Perdita molto significativa del valore culturale
D5	Perdita gravissima o completa del valore culturale

Tecnologie digitali e fibra ottica per la tutela e la valorizzazione della Piccola Gerusalemme

Pitigliano: il Borgo del Futuro

Il progetto “Pitigliano Borgo del Futuro”, promosso da Open Fiber ed ENEA con INGV e il Comune, trasforma il borgo in un laboratorio a cielo aperto dove la transizione digitale guida la cura del patrimonio.

Grazie all’infrastruttura in fibra FTTH, il territorio adotta soluzioni avanzate di monitoraggio e gestione intelligente. La fibra ottica e i sensori IoT permettono un controllo costante della rupe tufacea, garantendo una conservazione preventiva e la sicurezza del sistema insediativo.

Parallelamente, le tecnologie ENEA per l’illuminazione intelligente promuovono l’efficientamento energetico e la valorizzazione culturale di luoghi identitari come le Vie Cave, rendendo i percorsi storici più fruibili e suggestivi.

L’integrazione di modelli 3D permette inoltre di creare un Digital Twin del borgo: un ambiente digitale dinamico che supporta le decisioni per la manutenzione, la gestione del rischio e la promozione turistica.

L’innovazione si pone così al servizio della rigenerazione urbana, proteggendo l’identità di Pitigliano e rendendo il suo immenso patrimonio più sicuro, accessibile e sostenibile.

Per info: nicoletta.gozo@enea.it

open fiber



Tecnologie

DAS



Interferometric Laser



MEMs



Use cases

- **Monitoraggio dei rischi naturali:**
Caduta massi lungo il sentiero sterrato
- Monitoraggio ambientale/frane
- Structural Health Monitoring
- **Monitoraggio delle attività umane su strada sterrata**



Collaborazioni

coherentia



ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA ELETTRICA

ENEA

coherentia



Scenario

Fiber network in Pitigliano



Fiber cable for monitoring



PCN

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
Maggio 2026

ENEA

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

